



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06288903 A**

(43) Date of publication of application: 18 . 10 . 94

(51) Int. Cl

**G01N 21/27**(21) Application number: **05074193**

(22) Date of filing: 31 . 03 . 93

(71) Applicant: **KAJITSU HIHAKAI HINSHITSU  
KENKYUSHO:KK**(72) Inventor: **MAEDA HIROSHI  
NAGAYOSHI ATSUHIRO  
MATSUMOTO KAZUJI  
KONO YOSHIHIDE****(54) LIGHT TRANSMISSION DETECTOR FOR  
INSPECTING INTERNAL QUALITY OF  
VEGETABLES AND FRUITS**

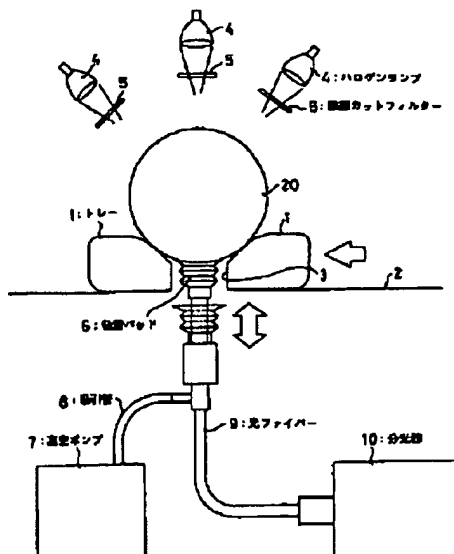
increased using a plurality of the light sources and an increase in power energy can be reduced.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To reduce power energy as compared with a case using a single light source and to simply constitute an illumination optical system by illuminating vegetables and fruits using a plurality of light sources.

**CONSTITUTION:** Halogen lamps 4 being a plurality of light sources irradiate vegetables and fruits 20 transferred to a measuring stage with illumination light. Heat rays cutting filters 5 are arranged in front of the lamps 4 to make infrared rays unnecessary for measurement impermeable so as not to damage vegetables and fruits 20. A suction pad 6 is connected to a vacuum pump 7 through a suction pipe 8 and comes into contact with the vegetables and fruits 20 to suck each of them and the contact part thereof is hermetically sealed. By this constitution, it is prevented that disturbance light enters a next receiving optical system. Further, an optical fiber 9 is arranged in the pad 6 and one end thereof is opposed to each of the vegetables and fruits 20 in the pad 6 and the other end thereof is connected to a spectroscope 10. By this constitution, the quantity of illumination light is



(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

G 0 1 N 21/27

識別記号

Z 7370-2 J

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平5-74193

(22)出願日 平成 5 年(1993) 3 月31日

(71)出願人 392015664

株式会社果実非破壊品質研究所  
静岡県浜松市篠ヶ瀬町630番地

(72)発明者 前田 弘

静岡県浜松市篠ヶ瀬町630 株式会社果実  
非破壊品質研究所内

(72)発明者 永吉 淳廣

静岡県浜松市篠ヶ瀬町630 株式会社果実  
非破壊品質研究所内

(72)発明者 松本 和二

静岡県浜松市篠ヶ瀬町630 株式会社果実  
非破壊品質研究所内

(74)代理人 弁理士 本多 小平 (外 3 名)

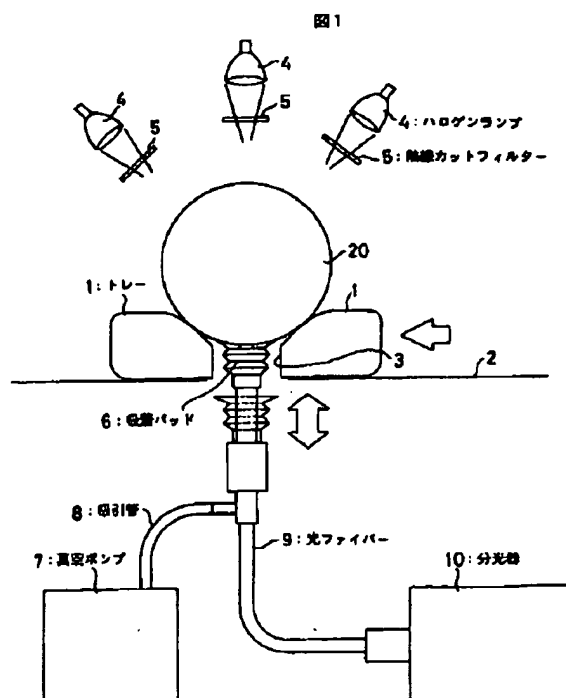
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 青果物の内部品質検査用の光透過検出装置

(57)【要約】

【目的】 青果物の内部品質を非破壊的に検査、測定するのに有益な青果物透過光を得る光透過検出装置を提供する。

【構成】 青果物からの透過光を受光するようにこの青果物の一部表面に対向される受光手段をもつ受光光学系と、この受光光学系に上記透過光以外の外乱光が入光するのを阻止する遮光手段と、複数の発光光源からの照明光によりこれら受光手段及び遮光手段の配設位置を除く青果物の周囲からこの青果物を照明する照明光学系とを設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 青果物から出る透過光を受光するように該青果物の一部表面に対向される受光手段をもつ受光光学系と、該受光光学系に上記透過光以外の外乱光が入光するのを阻止するように青果物と上記受光手段の対向位置に配置される遮光手段と、複数の発光光源からの照明光によりこれら受光手段及び遮光手段の配設位置を除く青果物の周囲から該青果物を照明する照明光学系とを備えたことを特徴とする青果物の内部品質検査用の光透過検出装置。

【請求項2】 複数の発光光源からの光を、外乱光が入らないように遮光された径路を通して青果物に照射する照明光学系と、この青果物から出る透過光を受光するように該青果物に対向される受光手段をもつ受光光学系と、受光された光信号を電気信号に変換する光電変換手段と、該電気信号に含まれる透過光の信号成分を検出する透過光信号成分の検出手段とを備えたことを特徴とする青果物の内部品質検査用の光透過検出装置。

【請求項3】 請求項2において、透過光信号成分の検出手段が、照明光学系に設けた光のチョッピング手段と、このチョッピング手段の周波数を参照信号として、光電変換した電気信号から透過光の信号成分を検出する同期回路と、の組合せからなることを特徴とする青果物の内部品質検査用の光透過検出装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかにおいて、青果物の照明光学系の光路途中に熱線カットフィルタを設けたことを特徴とする青果物の内部品質検査用の光透過検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、青果物の検査、測定を行なうのに用いられる光透過検出装置に関し、詳しくは、青果物の内部品質を非破壊的に検査、測定するのに有益な青果物透過光を好適に得ることができる光透過検出装置に関する。

【0002】なお、本明細書において「青果物」あるいは「果」という場合は果実、野菜類のいずれも含む。

## 【0003】

【発明の背景と従来技術】周知のように、取引引き市場における青果物の取引価格はその品質に大きく左右される。例えば従来から、その品種や原産地等が品質指標の一つとされているし、また、現在多くの選果場で行われているように、個々の果の大きさや形状、傷の有無等の外観的品位もその品質指標とされている。そしてこの後者の品質指標は、一般的には階級、等級のランクで具体的に評価されている。このランク付け評価が行なわれるのは、青果物が自然環境下での気候、天候に影響される農業生産品であることから、同一規格製品間の品質差が殆ど無いよう製造される工業製品とは異なって、ある地方から搬出される単一品種の青果物であっても個々の果

は大きさ、形状、外観的品位等によって評価が大きく異なるのが普通で、それが取引価格に直接反映するからである。

【0004】このように青果物の品質評価は、従来から上述した品種等による特定グループの全体を指標する評価と、これとは別に、グループ内の個々の果の傷の有無等の外観的品位で代表される果個別の評価を総合して行われていた。

【0005】しかし近時においては、例えば桃に含まれる糖度の値やスイカ内部の巣の有無というような内部品質を、果を破壊することなく検査・測定する技術（非破壊検査技術）が提案されるに及び、またこれらの内部品質が需要者にとっては商品購買の極めて重要な目安になることから、内部品質の検査・測定技術の実際面への応用が要望されている。例えば、甘いと思って購買した桃が実際には甘くなかったような場合には、需要者は著しく損をした気持ちになるし、販売店や生産者にとっては信用失墜というリスクが大きいからである。このような青果物の内部品質としては例えば、糖度、酸度、渋、クロロフィル等の値、褐変、みつ症、核割れ等で代表される病・障害の有無などが挙げられ、これらの内部品質も、上記外観的品位と同様に個々の果において一律ではない。

【0006】以上のような背景の下で、青果物の内部品質検査のための技術として従来提案されているものに、青果物に光を照明し、その反射光の分光分析によって糖度を測定する反射光方式の光学的測定法がある。しかしこの反射光方式では、せいぜい果の表皮近傍の内部品質しか測定できないので広く普及するに至っていない。そこでこれに代えて、果を透過した光によって内部品質を測定することが考えられる。

【0007】しかしながら、この透過光方式によって青果物の果の内部品質を実用的に意味のある程度まで検査、測定できるようにするには、更に解決すべきいくつかの問題がある。

【0008】その一つは、透過光の減衰が多く、青果物において極めて大きいという問題である。例えば温州ミカンではその減衰率は $10^{-1} \sim 10^{-2}$ であり、リンゴでは更に大きく $10^{-4} \sim 10^{-5}$ という値となるため、光源から青果物に照射される光の光量が比較的大きくても、分析しようとする透過光の光量は極めて微弱になってしまい、測定精度が低下し、そのままでは測定結果の信頼性が実際上問題となるからである。

【0009】このような透過光の高い減衰という問題に対する対策としては、例えば強力なランプを使用して光源光の光量をより大きくすることや、受光側の受光感度を増大させる方法が考えられるが、光源光量を大きくするとランプの発熱や電力消費が大きくなる問題があり、またランプも大型化してしまう。このため青果物の内部品質検査用の装置として実際に使用できる適当な照明ラ

ンプは提供されていない。また後者の受光感度を増大させる方法としては、受光素子の受光面積の拡大や、光電子増倍管、イメージインテンシファイア等を用いて受光した光強度を増倍することが考えられるが、受光面積の拡大は雑音成分の除去のための冷却装置が大型になるし、光学系のムラに由来する精度低下の問題を招き、更に上記光電子増倍管等は、原理的に受光した光に含まれる周波数に依存した情報は消失して光強度のみを比例的に増倍した光情報になってしまうため、増倍後の光情報では内部品質を測定するのに不適で、例えば分光分析ができず、したがって特定波長域の光の吸収程度を利用した糖度測定ができないという致命的な問題がある。このように従来は、透過光による青果物の内部品質の検査、測定が、照明側、受光側のいずれにおいても技術的に満足できるものがなかった。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、上記のような透過光方式で青果物の内部品質を検査・測定しようとする場合の問題を鋭意検討し、単に光源の光量を増大するのではなく、より効率的に透過光の光量を得ることができ、感度のよい光の照明、検出ができる透過光方式の方法を検討して本発明をなすに至ったのであり、本発明の目的の一つはかかる方法を実現できる光透過検出装置を提供するところにある。

【0011】また本発明の他の目的は次ぎのことにあ  
る。すなわち、透過光に基づいて果の内部品質を精度よく測定、検査するには、上記透過光の減衰の問題とは別に、検出した透過光が果内部の状態に対応した情報を持っていることが求められる。しかし、照明ムラ等が原因して果内部の透過光光路が偏っていれば、測定結果が実際の内部品質を正確に表わしていないことになる。

【0012】かかる観点から本発明者は、上記した高い感度で透過光の検出を実現することと併せて、実際の果の内部状態とできるだけ一致（対応）した情報をもつ透過光の検出ができるように工夫した光透過検出装置を提供することを目的として本発明をなすに至ったのである。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段及び作用】上記の目的の実現のためになされた本発明の特徴は、上記特許請求の範囲の各請求項に記載した通りにある。

【0014】そして本発明よりなる光透過検出装置の特徴の一つは、青果物から出る透過光を受光するように該青果物の一部表面に対向される受光手段と、この受光手段に上記透過光以外の外光が入光するのを阻止するように青果物と受光手段の対向位置に配置される遮光手段と、複数の発光光源からの照明光によりこれら受光手段及び遮光手段の配設位置を除く青果物の周囲から該青果物を照明するように設けられた照明光学系とを備えた構成をなすところにある。

【0015】この光透過検出装置の受光光学系に受光された透過光は、特に限定されるものではないが、例えば、青果物に対向された受光手段である光ファイバーを通して分光器に導かれ、所定波長帯域毎の光強度をCCD等で検出する分光分析を行なって、例えば所定波長域における吸収の度合に基づく含有糖度の測定で内部品質を検査することに利用できる。

【0016】そして、本発明の上記光透過検出装置は、複数の発光光源を用いて照明光学系を構成することで、単一発光光源の照明光学系と同一の電力で、より高い光量を得ることができる。これは単一光源ランプと、二つの光源ランプの合計に、同じ電力エネルギーを供給した際の発光光量を比較した図4の結果から確認できる。なお複数の発光光源には、例えばハロゲンランプ等の同一規格の光源ランプを複数使用することもできるし、必要に応じて異なる発光量のものや種類の異なる光源ランプを組み合わせて用いてもよい。更に、青果物の形状や品目による透過光量の減衰率の違いなどに応じて、発光光源の数を変更するように設けることもできる。

【0017】また本発明装置では、複数光源により青果物をその周囲から照明するので、透過光の光路が果内部で偏ることが抑制され、ムラの少ない透過光として得ることができる。したがって得られた透過光を分析した測定結果は、実際の果の内部状態を十分反映したものとなる。なお、光源は少なくとも2以上あれば有効であるが、例えば桃やリンゴ等の球形果実をムラなく照明するには好ましくは3以上の光源を青果物の周囲に均等に配置することがよい。このように複数の発光光源を用いれば、単一の強力な光源ランプを用いるとその発熱を考慮してレンズ系等で光源を青果物からできるだけ離すことが必要になるのに対し、個々の光源ランプの発熱量を大幅に小さくできるので、青果物の周囲に直接ランプを対向配置することも可能であり、装置の構成を簡易と出来る。

【0018】上記本発明装置において用いられる遮光手段は、特に限定されるものではないが、例えば中央部に穴を有しかつ青果物がこの穴を塞ぐように載せられる形状に形成された穴開き弾性シートを好ましく用いることができる。すなわち、この穴開き弾性シートに青果物を載せた状態で、穴の下側がその周囲を適当な遮光部材で囲った暗所となるようにすれば、青果物に対向させる受光手段をこの暗所に配置することが容易となるからである。

【0019】更に、青果物の品質検査は、一般に搬送コンベアで移動させながらその途中に設けた検査ステージで青果物を一旦停止させあるいは移動を連続させながら検査を行なう方式を採用することが望まれるが、このような場合、青果物を個々トレーに載せて搬送させる方式が好ましく用いられる。すなわち、上記の各トレーを上

下貫通孔を有する構成とし、このトレーの貫通孔を塞ぐ

ように上記穴開き弾性シートを設ければ、弾性シートによる遮光手段が青果物の傷つき防止用シートを兼ねて好ましく構成できるからである。

【0020】また、照明された青果物からの透過光を出るだけ効率よく受光するための構成として、照明を行なう部位と受光を行なう部位を除いた青果物の表面からの透過光の漏洩を抑制することも好ましく、このために青果物の該部位表面を遮光部材で覆う構成を採用できる。具体的には、例えばスポンジ等の軟質部材や軟質弾性ロールを青果物表面に押し当てることで受光光学系で受光する光量を大きくさせることができる。軟質ロールを用いる場合には、青果物を移動させながら照明、受光を行なうこともできる。

【0021】以上のこととは別に、本発明の光透過検出装置のもう一つの特徴は、複数の発光光源からの光を、外光が入らないように遮光された径路を通して青果物に照射する照明光学系と、この青果物から出る透過光を受光するように該青果物に対向される受光手段をもつ受光光学系と、この受光光学系で受光された光信号を電気信号に変換する光電変換手段と、該電気信号に含まれる透過光の信号成分を検出して外乱光の信号成分を除去する透過光信号成分の検出手段とを備えた構成をなすところにあり、外乱光成分を除去する手段としては、代表的には、照明光学系に設けた間欠的に照明光をオン、オフさせるチョッピング手段と、このチョッピング手段の周波数を参照信号（基準信号）として、受光系で光電変換した電気信号から、透過光の信号成分を検出するロックインアンプ等の同期回路とを組合せて構成したものを例示することができるし、外乱光は一般に商用交流（50サイクル、60サイクル）の周波数をもつものであるから、上記チョッピング手段の代わりに、光源をこの商用交流とは異なる周波数の交流電源で点灯駆動させ、この点灯駆動の交流電源の周波数を上記同期回路の参照信号として用いるようにしても透過光の信号成分を検出することが出来る。

【0022】このような構成によれば、外乱光が受光光学系に入っても、透過光に由来する信号成分のみを取出すことができるから、光学系の構成を容易とできる。また受光光学系に撮像カメラ（例えば分光カメラ）を用いることで青果物の画像を取り込めば、より詳しい内部品質の検査が実現できる。

【0023】なお、上記のようなオン、オフする照明光を用いる場合には、照明光が青果物を透過せずに直接受光手段に入ることを避ける適宜の遮光手段、例えば上記の穴開き弾性シート等を照明光学系に用いることや、光源光を光ファイバーで青果物に導く構成等が好ましく採用される。

【0024】なお、本発明は青果物を対象とするから、照明光により青果物を傷める虞れをできるだけ少なくする目的で照明光学系の光路途中に熱線カットフィルタを

設けることも好ましい構成として推奨される。

【0025】

【実施例】

実施例1

図1は本発明の実施例1の装置の構成概要を示した図であり、この図において1はトレーであり、矩形平板状のプラスチック製台座形状をなし、その中央部は青果物20が載置され易いように若干窪んだ形状に設けられていると共に、その窪みの底部には上下に貫通した穴3が設けられている。そしてこのトレー1は、図示しない搬送コンベアによって図の矢印に示す方向に水平に搬送面2の上を移送されるようになっている。

【0026】図1はこのトレーが、搬送コンベアの途中に設けられた内部品質の測定ステージに移入された状態を示しており、本例の装置ではこのステージでトレー1は測定のために一旦停止されるようになっている。

【0027】この測定ステージに次ぎの構成の光透過検出装置が設けられている。すなわち、4, 4, 4は搬送コンベアの上方に複数配置された発光光源としてのハロゲンランプであり、測定ステージに移入された青果物20に対して照明光を照射するようになっている。また、これらの複数のハロゲンランプの前面には夫々熱線カットフィルター5, 5, 5が配置されて計測に不必要な赤外線を不透過とし、青果物に熱ダメージを与えないようになっている。なお、各ハロゲンランプ4は、青果物に対する照明が出来るだけ平均的になるように、青果物の周囲に均等に配置することがよい。これらが照明光学系を構成している。

【0028】6は、搬送面2の下側から、上記測定ステージに停止されたトレー1の貫通穴3を通して青果物20の底部に対向するように配置された吸着パッドであり、本例では、図中に一点鎖線で示した待機位置から、実線で示した青果物20に接触する測定位置の間で、図示しない上下動機構により上動、下動されるように設けられている。この上下動機構の作動は、トレーの移送状態と同期して該トレーが測定ステージに停止された時に上動して測定を行なうように設けることがよい。またこの吸着パッド6は、吸引管8を介し真空ポンプ7に接続されていて、吸着パッド6が青果物20に接触したときに吸引して、その接触部が気密的にシールされた状態となるように設けられ、これによって次ぎの受光光学系に外乱光が入ることを防止している。

【0029】9は吸着パッド6の内部に配置された受光手段としての光ファイバーであり、一端は該吸着パッド6の内部で青果物に対向され、他端は分光器10に接続されている。なおこの光ファイバー9に外部からの光が入らないように設けられていることは言うまでもない。これが受光光学系を構成している。なお分光器10には既知の構成のもの、例えば透過周波数の異なる複数のフィルターを切換えて各波長域の光強度をCCD（固体撮

像素子)等で検出することで所定領域(例えば可視光領域～近赤外領域)の分光分析を行なうもの等を用いることができる。

【0030】以上のような構成の光透過検出装置によれば、複数の発光光源を用いて青果物を照明することで、単一光源を用いる場合に比べて電力エネルギーが少なく、また市販のハロゲンランプを用いて照明光学系を簡易に構成できるという利点がある。また複数の発光光源を青果物の周囲に配置することができるので、青果物を透過する光の光路が偏ることがなく、内部状態を十分に反映した情報を有する透過光を検出することができるという利点も得られる。

#### 【0031】実施例2

図2に示される本例は、上記実施例1とは異なって、遮光した径路から青果物に複数の発光光源からの照明光を照明し、遮光していない状態で青果物からの透過光を検出する構成の例を示している。

【0032】すなわち、本例では、実施例1と略同様の台座形状のトレイ31の窪み部の表面に、易変形性の弾性パッド41を設け、この上に青果物が載るように設けられている。そして、ハロゲンランプ34、34、34及び熱線カットフィルター35、35、35からなる光源からの照明光を光ファイバー36、36、36で夫々トレイの貫通穴33部分に導いて、測定ステージの下側より該貫通穴33を通して青果物を照明するように構成されている。なおこれらで構成される照明光学系の照明光が搬送面32の上側に漏れないように、搬送面32あるいは測定ステージの下側部分を遮光することが好ましい。

【0033】また測定ステージの青果物の上方には、本例では分光カメラ37が配置され、青果物を撮像して、複数の分光画像情報を図示しないコンピュータに送って画像処理する。

【0034】そして本例においては、分光カメラ37は透過光のみが入光するようになっていないため、撮像した分光画像情報には外乱光の信号成分も含まれている。そこで、分光カメラ37の後段に該分光カメラで得た信号から透過光の信号成分を検出するロックインアンプ40を設けると共に、照明光学系の光路の途中に、一定速度で回転するライトチョッパー38を設けて照明光をオン、オフさせ、このライトチョッパー38のオン、オフ周波数(例えば100Hz)をホトダイオード39で検出してこれを上記ロックインアンプ40に同期信号(参照信号)として入力して、外乱光をの信号成分を除去するように設けている。

【0035】このようにすることで、分光カメラ37において外乱光に由来する雑音を含んだ光を受光しても、透過光に由来する信号成分のみを取出すことができ、複数の発光光源による青果物の照明を行なった場合の利点を満足しながら、青果物の画像を撮像することができる

という利点がある。

#### 【0036】実施例3

図3に示す本例は、実施例1の変形例を示すものであり、この例では、実施例1と略同様のトレイ61の上部全体に、軟質の穴開き弾性シート72を被せ、この弾性シート72の上に青果物20が載せられるようになっている。73は弾性シートの穴である。

【0037】そしてこの青果物20の上にスポンジ等の軟質の押えローラー74を押し付けて、該青果物20を下方に押し下げ、これによって青果物と弾性シート72の密着性を高めて光の漏れを防止すると共に、押えローラー74の押し付けにより、青果物上部から透過光が出ることを抑制して弾性シート72の穴73から出る透過光の光量をできるだけ多くするように工夫されている。なおこの押えローラー74は、トレイの搬送と同期して回転するように設けることが好ましい。

【0038】なお64、64は青果物の側方に配置された複数の光源ランプ、65、65は熱線カットフィルターであり、これらは例えば青果物の搬送に邪魔とならないように搬送路上からは横方向に外れて配置されていることがよい。69はトレイの貫通穴63及び弾性シートの穴73を通してその一端が青果物に対向するように配置された受光手段としての光ファイバーであり、この他端は、分光器70に接続されており、これらによって構成される受光光学系は実施例1の構成と略同様である。

【0039】本例においては、青果物を押えローラー74で下方に押下し、これによって弾性シートと該青果物の密着性を高めるようにしているので、実施例1のような吸引のための真空ポンプが不要とできる利点がある。またこのような押し付け構成により、青果物の形状が球形でなくまた一定していない場合にも、十分な密着性を確保できるので外乱光が受光光学系に入る虞れが殆どないという利点も得られる。

#### 【0040】

【発明の効果】本発明の透過光検出装置によれば、複数の発光光源を用いて照明光量を増大させるので、単に単一光源に強力なランプを用いる場合に比べて、光量増大の割に電力エネルギーの増大を少なくでき、また発光量の小さい既存、市販のハロゲンランプなどを利用できるという効果がある。

【0041】またこれによって、光源の発熱量を抑制できるため、測定位置の青果物に対して光源を直接対向配置することもでき、周辺構成を簡易とできる効果もある。

【0042】また、照明光源を複数としてこれを青果物の周囲に均等に配置することもできるため、照明ムラ等がなく、したがって果内部の透過光光路が全体に均等化できるため、検出される透過光が実際の内部品質を十分に反映した情報を含むものとして得られるという効果もある。

【0043】また、中央部に穴を有した穴開きトレーを用いてこれに青果物を載せ、該穴から受光（あるいは照明）を行なうようにすれば、外乱光の混入を容易に遮光することができるという効果もある。

【0044】更に、該トレーを青果物の搬送用に利用し、このトレーに弾性シートを設ければ、この弾性シートは遮光と青果物の傷つき防止とを兼ねたものとして利用できるといふ効果がある。

【0045】更にまた、特に遮光を行なわないで分光器あるいは分光カメラで撮像した場合にも、照明光学系で照明光に含ませた周波数を参照信号として、受光系の同期回路において外乱光の信号成分を除去するようにすれば、例えば撮像カメラ（例えば分光カメラ）で青果物の画像を取り込み、より詳しい内部品質の検査を実現することも可能であるという効果もある。

10

\*

# \*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明よりなる光透過検出装置の実施例1の構成概要を示した図、

【図2】本発明よりなる光透過検出装置の実施例2の構成概要を示した図、

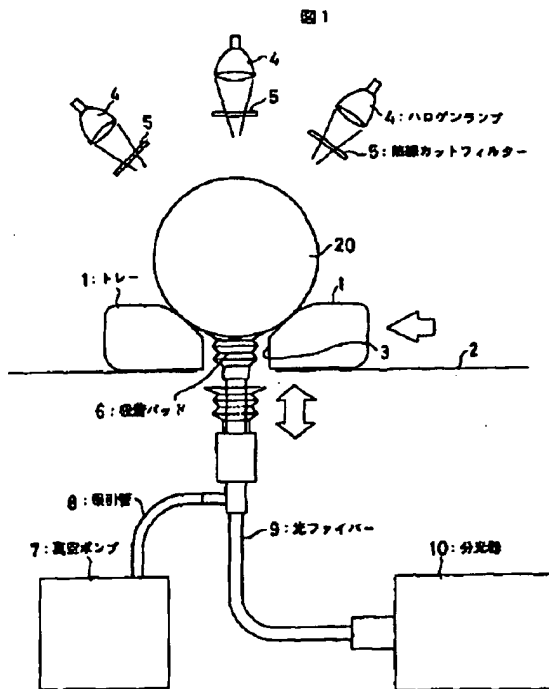
【図3】本発明よりなる光透過検出装置の実施例3の構成概要を示した図、

【図4】発光光源が単一の場合と複数の場合の発光量の相違を説明する図。

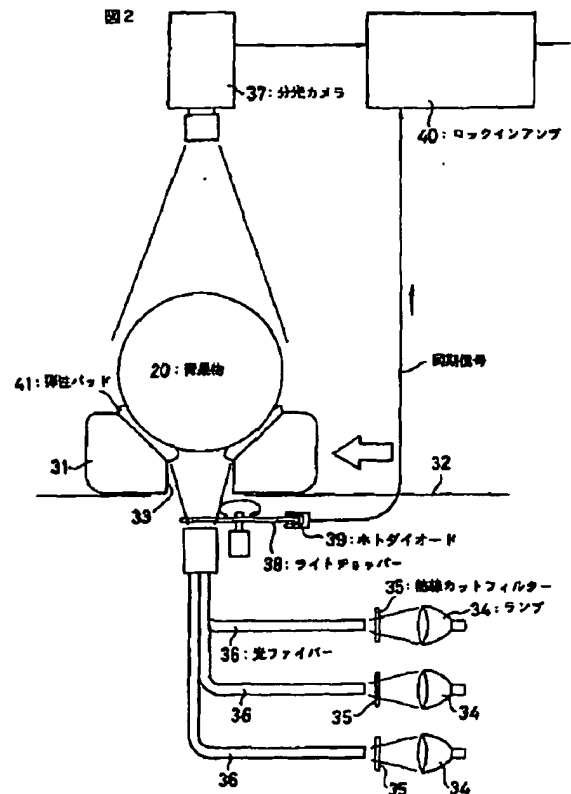
## 【符号の説明】

1・・・トレー、2・・・搬送面、3・・・貫通穴、4・・・ハロゲンランプ、5・・・熱線カットフィルター、6・・・吸着パッド、7・・・真空ポンプ、8・・・吸引管、9・・・光ファイバー、10・・・分光器。

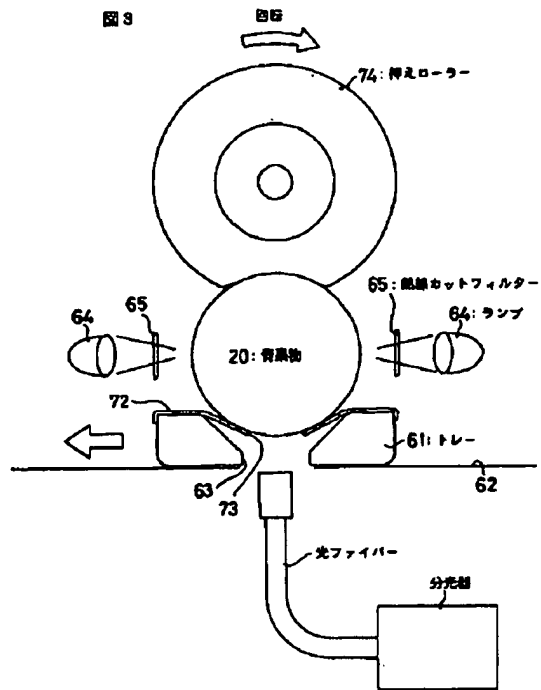
【図1】



【図2】

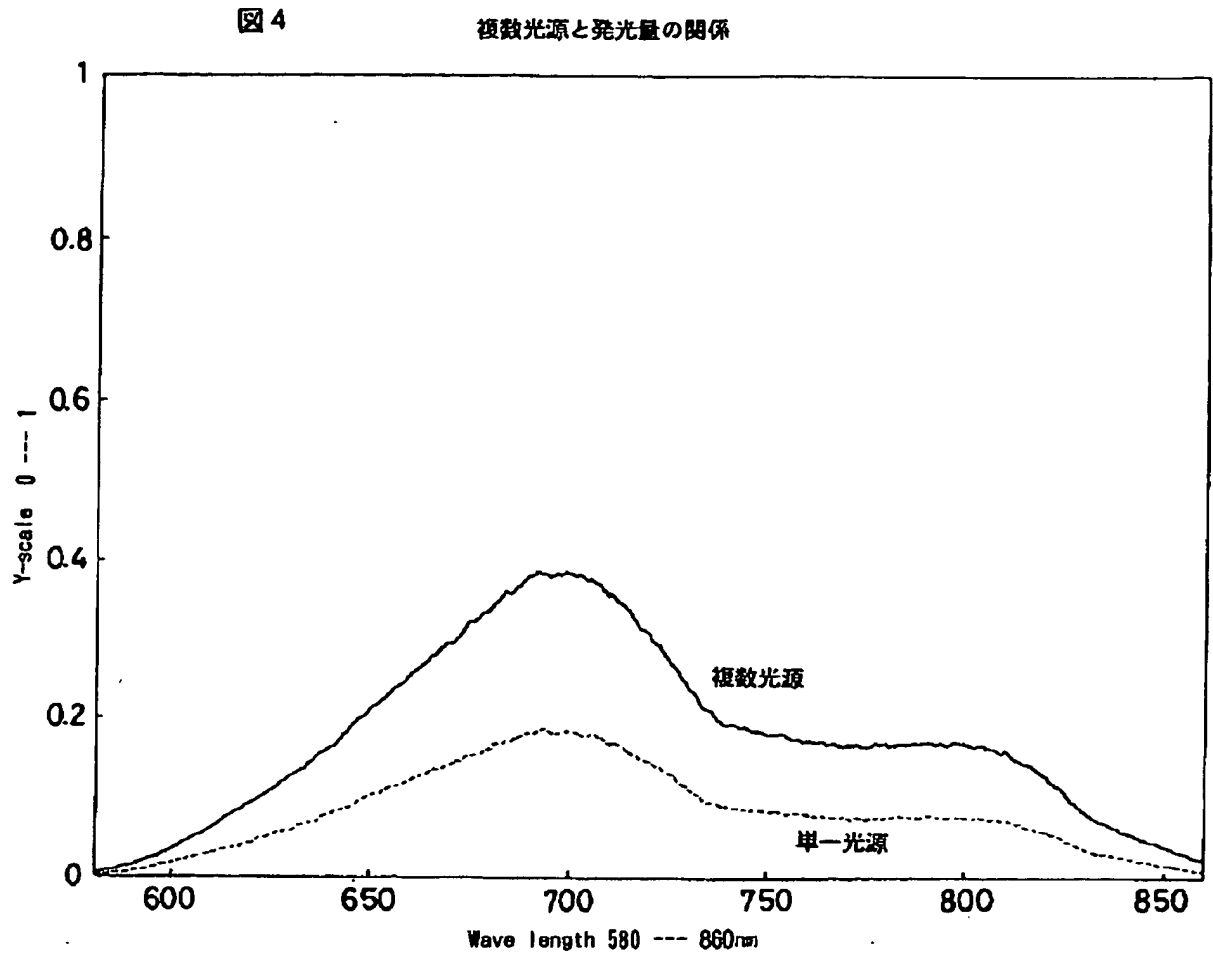


【図3】





【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 吉秀  
静岡県浜松市篠ヶ瀬町630 株式会社果実  
非破壊品質研究所内